

L1527におけるスペクトル線サーベイ

徳留智矢、坂井南美、渡邊祥正、酒井剛(東京大学)、高野秀路(国立天文台)、山本智(東京大学)、他NROラインサーベイプロジェクトメンバー

概要

おうし座の Class 0 原始星 L1527($d = 137$ pc) は炭素鎖分子が豊富な低質量星として注目されている。我々は この領域での化学組成の全貌を明らかにするため、NRO Legacy Project の一環として国立天文台野辺山 45 m 望 遠鏡を用いて L1527 のラインサーベイ観測を行っている。今回の観測の結果、30 種類の分子 (同位体除く) の 105 本ものスペクトル線を検出し、スペクトル線密度は 11 本/GHz であった。特に、 $c\text{-C}_3\text{H}_2$ の高励起スペクトル線、 $c\text{-C}_3\text{H}$ の微細構造スペクトル線、 ^{13}C 同位体種のスペクトル線など他の領域では見られないものが多く検出された。また、 HCO 、 CCCO 、 HCCCHO 、 CH_3OH 、 CCO などの酸素原子を含むような有機分子のスペクトル線も多数検出された。一方で、 HCOOCH_3 や CH_3OCH_3 など、ホットコリノ天体で豊富に存在する大型飽和有機分子は検出されなかった。L1527 における様々な分子の柱密度を冷たい星なしコアである TMC-1 のものと比較すると、両者はおおむね相関する。しかし、N を含む分子が L1527 では系統的に少ないことがわかった。このことから L1527 における暖かい領域での炭素鎖分子生成と TMC-1 における炭素鎖分子生成との違いが明確に示された。

L1527とは？

牡牛座にある Class 0 原始星で炭素鎖分子に恵まれる。その原因としてこの天体では原始星近傍で CH_4 が蒸発して、炭素鎖分子を生成しているためと考えられている。その詳細の理解は星間化学としても重要であるとともに、星形成に伴う化学進化の理解には不可欠である。このような動機から、今回は、ラインサーベイ観測を行った。



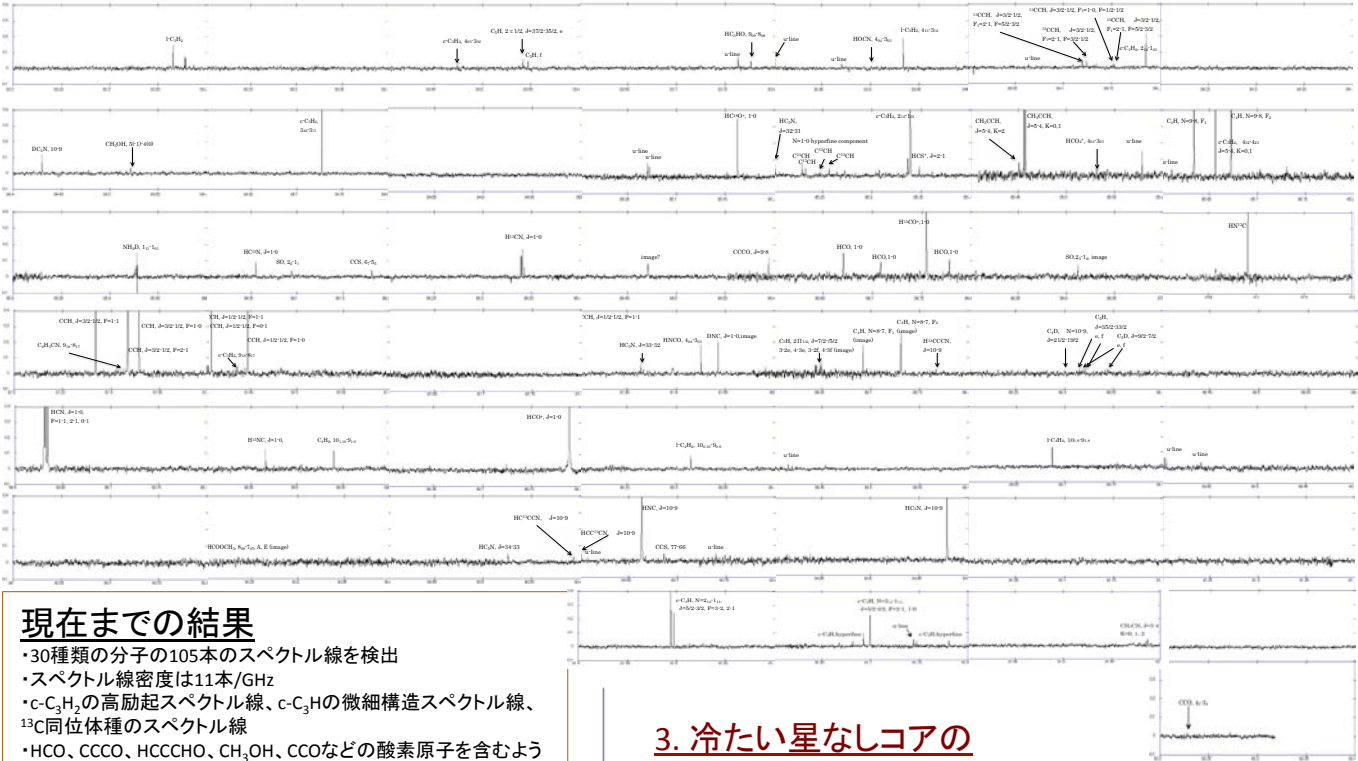
(Tobin et al)

観測

- 国立天文台野辺山45 m電波望遠鏡
- 観測期間: 2008年から2011年
- サイドバンド分離型 SIS 受信機 T100H/V による 2 偏波同時受信
- rms 雑音温度が 5 mK (TA*) 以下の高感度観測
- 周波数分解能: 250 kHz
- 83 - 92 GHz の周波数帯域をカバー (合計9.29 GHz)



1. L1527におけるラインサーベイ



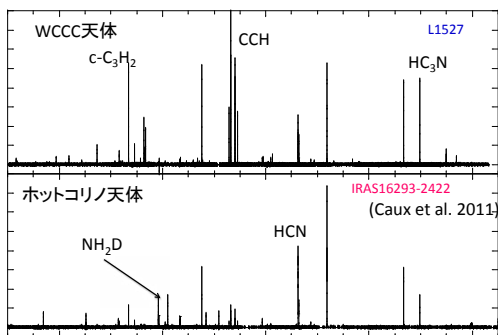
現在までの結果

- 30種類の分子の105本のスペクトル線を検出
- スペクトル線密度は11本/GHz
- $c\text{-C}_3\text{H}_2$ の高励起スペクトル線、 $c\text{-C}_3\text{H}$ の微細構造スペクトル線、 ^{13}C 同位体種のスペクトル線
- HCO 、 CCCO 、 HCCCHO 、 CH_3OH 、 CCO などの酸素原子を含むような有機分子の検出
- HCOOCH_3 などのホットコリノ天体に豊富に存在する大型飽和有機分子は検出されなかった

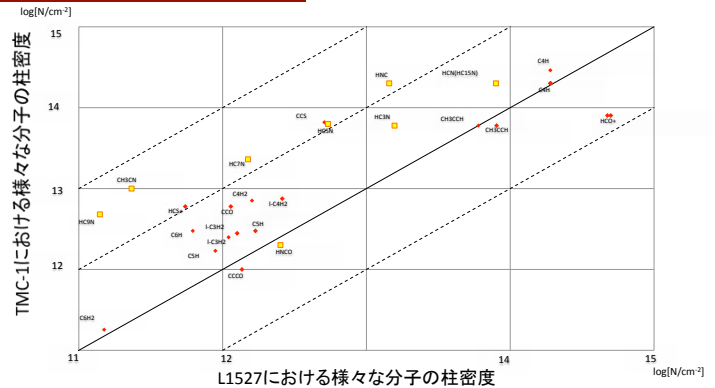
検出した分子のリスト

CCH, CCO, CCS, ^{13}CCH , C^{13}CH , $c\text{-C}_3\text{H}$, CCCO , C_3D , C_4H , C_4D , C_5H , $\text{I-C}_3\text{H}_2$, $c\text{-C}_3\text{H}_2$, C_2H , CH_3OH , CH_2CN , $\text{C}_2\text{H}_2\text{CN}$, CH_3CCH , $\text{C}_3\text{H}_2\text{O}$, HCO , HCO^+ , HCN , H^{13}CN , HNC , HN^{13}C , HC^{15}N , H^{15}NC , HC^{18}O^+ , HCS^+ , HCNO , HNCO , HCO_2^+ , HC_3N , HC^{13}CCN , H^{13}CCCN , $\text{I-C}_4\text{H}_2$, HC_3HO , HC_5N , DC_3N , OSC , NH_2D , SO

2. ホットコリノ天体との違い



3. 冷たい星なしコアの炭素鎖化学との比較



星なしコアTMC-1との柱密度の比較を行ったところ、全体としては相関が見られた。しかし、明らかに異なるのは、窒素原子を含む分子である。 CH_3CN をはじめ、最大100倍ほど柱密度がTMC-1の方が多い(HNCO は例外と考える)。これは、窒素がイオンにならないため窒素原子を含む分子が生成されにくく、生成時間が非常に長いためと考えられる。L1527は、星形成が開始してから(CH_4 の蒸発が始まってから)1万年程度しかたつておらず、炭素鎖分子の成長が十分進んでいない可能性が高い。これより、L1527とTMC-1の炭素鎖生成が異なっていることが示された。今後は波長3 mm帯全領域でラインサーベイを行い、WCCC天体の化学組成の全貌を明らかにしたい。